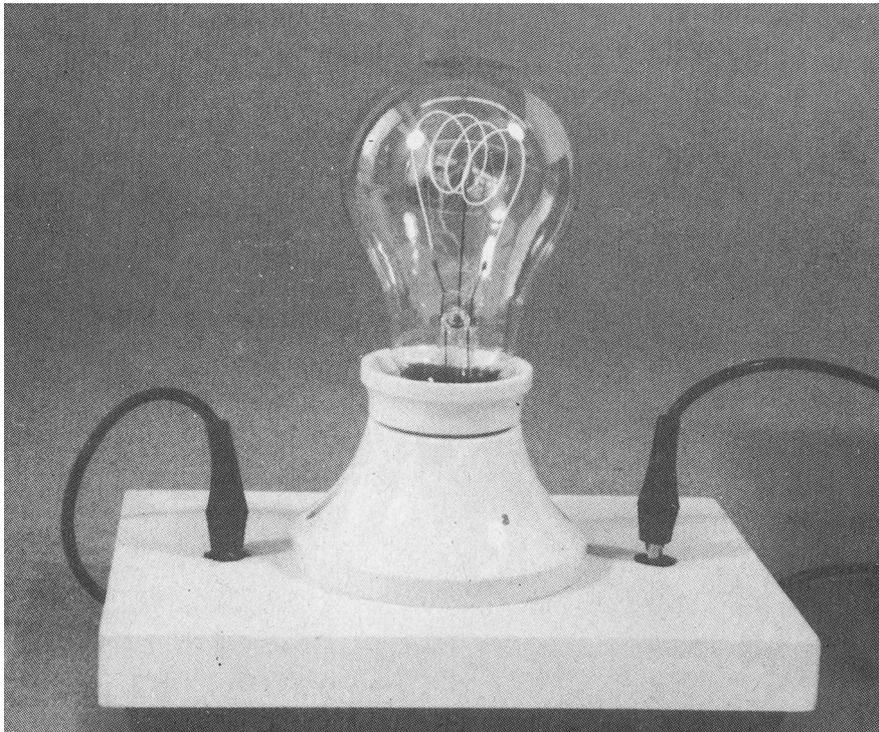


Ampoule à filament de carbone

SL 6300 20005



Mode d'emploi



Centre technique et pédagogique
de l'Enseignement de la Communauté française

AMPOULE A FILAMENT DE CARBONE

SL 6300 20005

1. PRESENTATION

L'ampoule est montée sur un socket E 27 fixé sur une planchette munie de deux douilles pour fiches bananes de diamètre 4 mm.

Un étui plastique s'enfichant dans les douilles protège l'ampoule.

Un aimant cylindrique de 40 mm de longueur, enrobé d'un film plastique, est fourni avec l'ensemble.

La tension maximale d'alimentation de l'ampoule est 220 volts.

2. ACTION D'UN CHAMP MAGNETIQUE SUR LE FILAMENT DE L'AMPOULE PARCOURU PAR UN COURANT

Le filament de carbone est très souple et le déplacement que subissent ses quatre spires est bien visible lorsqu'on approche un aimant de l'ampoule.

L'aimant livré avec l'ampoule est bien approprié aux expériences décrites ci-après. L'emploi d'un aimant plus fort peut entraîner une rupture du filament ou un court-circuit entre deux spires venant à se toucher.

2.1. LE FILAMENT EST PARCOURU PAR UN COURANT CONTINU

Une tension d'alimentation du filament comprise entre 130 et 160 volts permet de réaliser l'expérience dans les meilleures conditions : le filament incandescent est bien visible sans être éblouissant et l'amplitude du mouvement latéral de ses spires à l'approche ou au retrait de l'aimant permet une vérification aisée de la loi de Laplace (vérification qualitative uniquement).

2.2. LE FILAMENT EST PARCOURU PAR UN COURANT ALTERNATIF

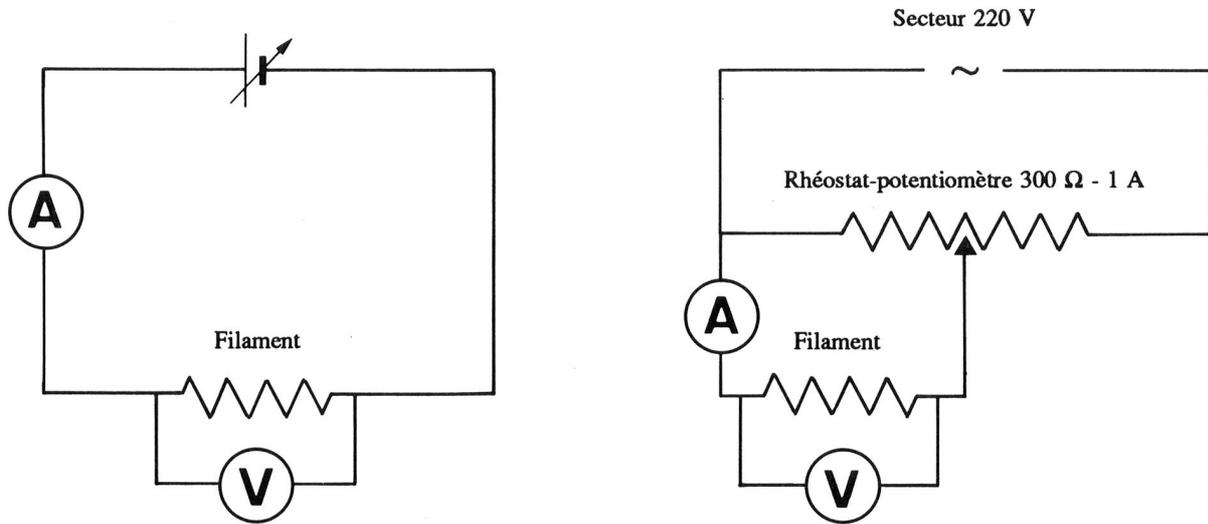
La tension d'alimentation la plus adéquate en fonction de l'aimant livré avec l'ampoule est voisine de 150 volts.

Les spires du filament, lorsqu'elles sont placées dans le champ magnétique de l'aimant, sont animées d'un mouvement périodique dont l'enveloppe est parfaitement visible.

Attention ! La prudence s'impose lorsqu'on approche l'aimant de l'ampoule : il faut absolument éviter que, lors de leur vibration, les spires entrent en contact l'une avec l'autre, ce qui entraînerait un court-circuit fatal au filament.

3. VARIATION DE LA RESISTANCE DU FILAMENT EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

A l'aide de l'un des montages ci-dessous :



on fait croître la tension aux bornes de la lampe depuis 0 volt par pas de 10 ou 20 volts jusqu'à 220 volts. Le rapport $R = \frac{U}{I}$ diminue lorsque la tension aux bornes du filament et, par conséquent, la température augmentent.

Quelques résultats obtenus

U en V	I en A	R en Ω
20	0,012	1667
40	0,026	1538
70	0,047	1489
100	0,070	1429
130	0,097	1340
165	0,131	1260
200	0,170	1176
228	0,200	1140

On peut comparer ce comportement à celui d'un filament du tungstène (ampoule à incandescence ordinaire), dont la résistance augmente avec la température.

Cette expérience illustre une propriété qui permet de distinguer les conducteurs métalliques (le tungstène) et les semi-conducteurs (le carbone).

4. HISTOIRE DES AMPOULES A INCANDESCENCE

Les ampoules à incandescence sont apparues vers 1880 ; leur filament en carbone était obtenu par carbonisation, à l'abri de l'air, de fibres végétales (coton, bambou, ...). L'ampoule était évacuée pour éviter la combustion du filament, porté à une température voisine de 1800°C ; en raison même du vide régnant dans l'ampoule, il n'était pas possible d'élever la température du filament au-dessus de 1800°C, à cause de l'évaporation trop rapide du carbone.

Des essais furent tentés avec des filaments d'osmium (température de fusion : 2500°C) et de tantale (température de fusion : 2900°C), mais ce fut finalement le tungstène (température de fusion : 3350°C) qui fut adopté aux environs de 1910. Les ampoules à filament de tungstène de cette époque avaient une durée de vie fort courte : en raison du vide régnant dans l'ampoule, l'évaporation rapide du tungstène et sa sublimation sur le verre réduisaient rapidement l'épaisseur du filament, entraînant sa rupture après quelques dizaines d'heures d'utilisation.

A l'heure actuelle, les ampoules à incandescence courantes contiennent toujours un gaz ne produisant aucune réaction chimique avec le filament : le plus souvent, il s'agit d'argon, mais l'azote et le krypton sont aussi utilisés. La pression de ce gaz freine considérablement l'évaporation du filament. La durée de vie moyenne d'une ampoule à incandescence actuelle se situe entre 1000 et 2000 heures d'utilisation ; le flux lumineux à l'issue de cette période est généralement de l'ordre de 80 % du flux lumineux initial. On peut aisément observer, sur une ampoule ordinaire ayant fonctionné quelques centaines d'heures, un dépôt noir de tungstène.

Les lampes à iode, dits «halogènes», sont des lampes à incandescence. L'introduction d'une petite quantité de vapeur d'iode dans le gaz de remplissage de l'ampoule permet d'éliminer presque complètement les inconvénients dus à l'évaporation du tungstène du filament (noircissement de l'ampoule et rupture prématurée du filament en raison de son amincissement).

A partir de 600°C, l'iode et le tungstène se combinent pour former de l'iodure de tungstène ; à température plus élevée (2000°C ou plus), l'iodure de tungstène se décompose en iode et tungstène.

Le filament de tungstène des lampes à iode est porté à quelque 3000°C ; la température de la paroi de l'ampoule, généralement de petites dimensions, est de l'ordre de 600°C, ce qui implique l'emploi de quartz. Le tungstène du filament s'évapore, forme avec l'iode de l'iodure de tungstène gazeux qui, au contact du filament incandescent, restitue le tungstène au filament et l'iode au gaz de l'ampoule, et le cycle recommence...

L'introduction d'iode permet que l'on élève la température du filament de plusieurs centaines de degrés par rapport à celle du filament des lampes à incandescence traditionnelles, ce qui augmente considérablement l'efficacité de la lampe (voir tableau ci-après, § 5). D'autre part, l'absence de sublimation de tungstène sur la paroi de l'ampoule garantit un flux lumineux constant durant toute la vie de la lampe. La durée de vie moyenne de ces ampoules est de l'ordre de 2000 heures.

5. EFFICACITE LUMINEUSE

Toute source de lumière électrique émet un flux lumineux, généralement exprimé en lumens. Pour cela, elle consomme une certaine puissance (celle notée sur l'ampoule), dont la plus grande partie est dissipée sous forme de chaleur.

L'efficacité lumineuse d'une source est le rapport du flux lumineux émis et de la puissance consommée : il est exprimé le plus souvent en $\frac{\text{lm}}{\text{W}}$.

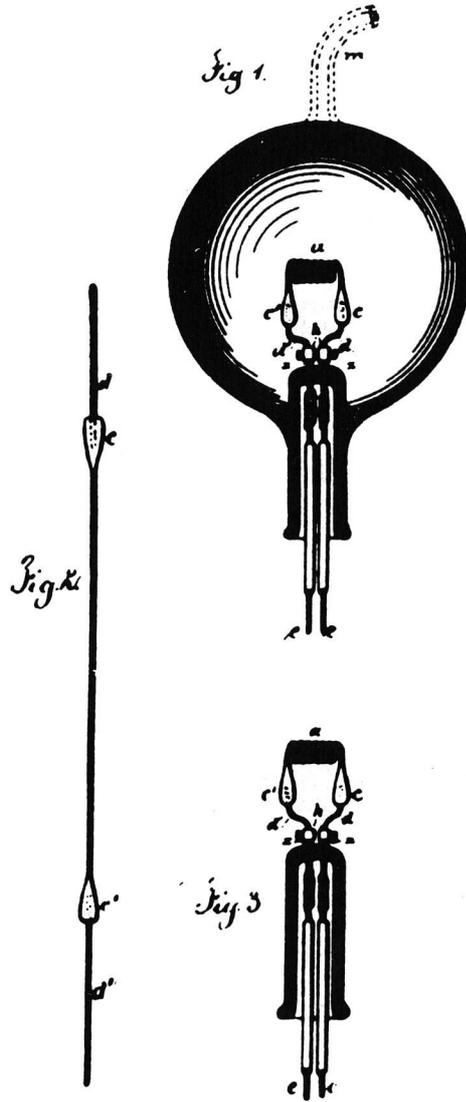
Efficacité lumineuse de quelques ampoules, en $\frac{\text{lm}}{\text{W}}$	
Ampoule à filament de carbone	3
Ampoule à filament de tungstène, ordinaire	10 à 20*
Ampoule à filament de tungstène, halogène	20 à 40
Ampoule à vapeur de mercure	40 à 50
Tube fluorescent	60 à 70
Ampoule à vapeur de sodium	90 à 100

* L'efficacité augmente avec la puissance : le flux lumineux émis par une ampoule de 200 W est de 68 % plus élevé que celui émis par cinq lampes de 40 W et de 20 % plus élevé que celui émis par deux lampes de 100 W.

T. A. EDISON.
Electric-Lamp.

No. 223,898.

Patented Jan. 27, 1880.



Witness
Charles L. Smith
Geo. P. Mearns

Inventor
Thomas A. Edison
for Lemuel W. Serrell

atly.